

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-260798

(43)公開日 平成6年(1994)9月16日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K 13/08		A 8315-4E		
B 0 7 C 5/10		9244-3F		
B 6 5 G 47/14	1 0 1	B 9244-3F		
47/90		B 8010-3F		
H 0 5 K 13/02		Z 8509-4E		

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-71113

(22)出願日 平成5年(1993)3月5日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 北島 功朗

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(72)発明者 北中 正教

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(72)発明者 小材 明

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

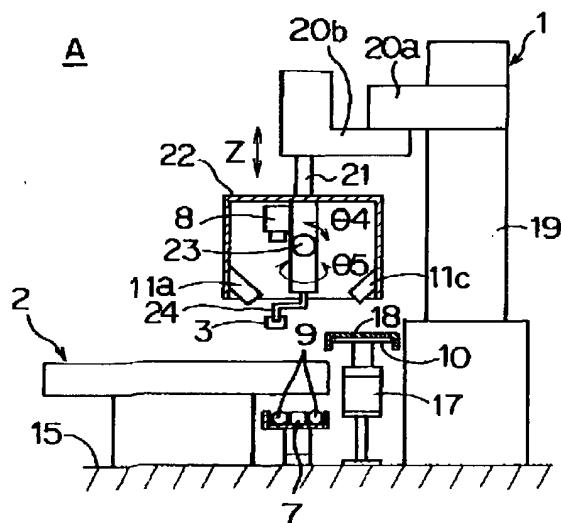
(74)代理人 弁理士 中野 雅房

(54)【発明の名称】 部品供給装置

(57)【要約】

【目的】 より立体的な部品や形状の複雑な部品にも適用することができる柔軟性及び展開性に優れた部品供給装置を提供する。

【構成】 不透過状態の認識台12の上方に上側移動照明装置10を移動させ、部品3の上下方向シルエット像を下側カメラ7によって撮影する。透過状態の認識台12の下方の下側固定照明装置9によって認識台12に部品3の落射照明像を下側カメラ7によって撮影する。不透過状態の認識台12の上方へ斜め照射用照明装置11a~11dを移動し、部品3の斜め方向シルエット像を下側カメラ7によって撮影する。これらの各撮影画像を画像処理し、それぞれの登録パターンと照合することにより、部品3の姿勢を判別する。組み付け可能な部品3はチャック24によって把持し、下側固定照明装置9を点灯すると共にそのシルエット像を上側カメラ8によって撮影し、チャック24による把持状態を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 認識台の真上から照明し、部品の上方向シルエット像を生じさせる第1の照明装置と、上下方向シルエット像から求めた部品の方向をもとにして予め決められた方向から、認識台上の部品に向けて斜め上方から照明し、斜め方向シルエット像を生じさせる第2の照明装置と、

前記各照明装置によって認識台に生じた部品のシルエット像を認識台の下方から撮影し、当該シルエット像を予め登録されているシルエットパターンと比較して部品の姿勢を認識し、供給可能な姿勢の部品を選択する視覚装置と、選択された部品を把持して部品供給箇所へ運ぶ装置とを備えた部品供給装置。

【請求項2】 前記認識台に向けて真下から照明し、認識台上の部品の落射照明像を生じさせる第3の照明装置をさらに備え、

前記認識台を透過状態もしくは不透過状態に変としたことを特徴とする請求項1に記載の部品供給装置。

【請求項3】 前記部品を運ぶ装置による認識台上の部品の把持状態を認識する別な視覚装置を認識台の上方に設けたことを特徴とする請求項1又は2に記載の部品供給装置。

【請求項4】 認識台の上方を覆うカバーを設けたことを特徴とする請求項1、2又は3に記載の部品供給装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は部品供給装置に関する。具体的にいうと、本発明は、ロボットによる組立て作業やパレタイジングにおける部品供給装置に関する。

【0002】

【従来の技術】多品種少量生産に対応できるフレキシブルな生産ラインの構築には、柔軟な対応性にすぐれたロボットの導入が有効である。しかし、ロボット周辺部、特に、部品供給部は部品ごとに専用的であり、そのフレキシブル化が大きな課題となっている。また、24時間無人運転の実現に部品供給部のトラブルが大きなネックとなっている。

【0003】部品供給装置には、種々の方式のものがあるが、最も一般的な振動式ボウフィーダCの平面図を図14に示す。振動式ボウフィーダCは、ホッパーの機能を持ったボウル31が振動して部品32を整列させながら給送するものであって、ボウル31の内部に螺旋状の送路33が形成されており、ボウル31に振動を与えると、振動によって部品32はボウル31の底から次第に上昇し、姿勢を整列しながら給送する。うまく整列されなかった部品32は、ワイパー34（一定高さ以上の部品32を選別する）やプレッシャーブレード35（一定幅以上の部品32を選別する）、波状切り欠き36

（下面に切欠のある部品32等を選別する）等のツーリング部によって選別され、再びボウル31の中に落下して循環する。

【0004】しかしながら、このように部品32の整列をメカニカルなツーリング部によって行なう方式にあっては、①部品の形状や寸法に応じたツーリング部を用いる必要があるため、部品毎に専用のフレキシビリティがない、②部品がツーリング部に引っ掛かってツーリング部で部品の詰りが発生し易い、③ツーリング部の製作には、職人芸的な技術を要する、といった問題があった。

【0005】振動式ボウフィーダ等におけるこれらの問題点を解決するものとしては、循環式パーツフィーダと視覚による部品供給方式を併用した部品供給装置Dが一部実用化されている。図15及び図16は、このような装置の平面図及び正面図である。この部品供給装置Dは、ロボット51、視覚装置の端末機としてのカメラ52、照明装置53及び循環式パーツフィーダ54から構成されている。循環式パーツフィーダ54は、図14の振動式パーツフィーダCとは異なり、メカニカルなツーリング部を有していない。循環式パーツフィーダ54のボウル55の外周部に設けられたトラック56の一部は透明板又はすりガラスのような拡散面をもつ認識用プレート57によって形成されており、この認識用プレート57の直下には照明装置53が設置されている。しかし、ボウル55を振動させることによりボウル55上の重なり合った部品58を分離しながらトラック56上の画像取込み位置（認識用プレート57の上面）まで移送し、再びボウル55に循環させる。一方、画像認識用のカメラ52は、認識用プレート57の上方に固定されているか、あるいは、ロボット51のハンド59に取り付けられている。しかし、図17に示すように、トラック56の一部を構成している認識用プレート57の上の部品58は下方の照明装置53によってシルエット像を投影されており、この部品58のシルエット像はカメラ52によって撮影される。なお、図15は、ハンド59のチャック60により循環式パーツフィーダ54から部品58を1つ取り出し、コンベア61上を搬送されているプラテン62に位置決めされているワーク63に部品58を組み付ける場合を表わしている。

【0006】つぎに、図18(a)(b)(c)に示すような部品58をワーク63の凹所64に組み付ける場合を例にとって上記部品供給装置Dの動作を説明する。まず、供給する部品58をランダムな状態のまま循環式パーツフィーダ54に入れ、循環式パーツフィーダ54を動作させると、循環式パーツフィーダ54は重なり合った部品58を分離しながらトラック56上を移動させる。ついで、循環式パーツフィーダ54を停止させ、照明装置53によって生じる認識用プレート57の上の部品58のシルエット像をカメラ52によって撮影する。

図20は認識用プレート57の上の部品58のシルエット像の一例を示す図であって、65aは組み付け可能な方向を向いている部品58のシルエット像、65bは裏向いている部品58のシルエット像、65cは重なりあっている2つの部品58、58のシルエット像、65dは立っている部品58のシルエット像である。画像処理により、これらの部品58のシルエット像65a~65dから組み付け可能な部品58を選択し、その位置及び方向を求め、選択した部品58の位置及び方向に合わせてロボット51のハンド59を移動及び回転させ、チャック60によって部品58を把持する。ついで、ハンド59を回転させ、部品58をワーク63の組み付け方向に修正し、部品58をプラテン62上へ移動させて図19(a)(b)に示すようにワーク63の凹所64に部品58を組み付ける。こうして、カメラ52で撮影した画像に基づいて選択された組み付け可能な部品58を順次ワーク63に組み付けてゆく。組み付け可能な部品58がない場合には、再び循環式パーツフィーダ54を動作させると、組み付け可能な方向を向いていなかった部品58はトラック56上を移動して再びボウル55へ戻り、別な部品58がトラック56上を移動して認識用プレート57の上に移動する。したがって、循環式パーツフィーダ54を停止させて上記動作を繰り返すことにより部品58がワーク63に組み付けられる。

【0007】しかしながら、このような方式においては、部品の状態を上下方向のシルエット像のみで認識するため、適用可能な部品が平面的なものに限られるという問題点があった。具体的にいうと、片面に溝が設けられている部品や片面の縁に凹部の形成されている図7のような部品、あるいは角錐台形状の部品などでは姿勢の区別が不可能であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、より立体的な部品や形状の複雑な部品にも適用することができる柔軟性及び展開性に優れた部品供給装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の部品供給装置は、認識台の真上から照明し、部品の上下方向シルエット像を生じさせる第1の照明装置と、上下方向シルエット像から求めた部品の方向をもとにして予め決められた方向から、認識台上の部品に向けて斜め上方から照明し、斜め方向シルエット像を生じさせる第2の照明装置と、前記各照明装置によって認識台に生じた部品のシルエット像を認識台の下方から撮影し、当該シルエット像を予め登録されているシルエットパターンと比較して部品の姿勢を認識し、供給可能な姿勢の部品を選択する視覚装置と、選択された部品を把持して部品供給箇所へ運ぶ装置とを備えたことを特徴としている。

【0010】また、上記部品供給装置においては、前記認識台に向けて真下から照明し、認識台上の部品の落射照明像を生じさせる第3の照明装置をさらに具備させ、前記認識台を透過状態もしくは不透過状態に変換してよい。

【0011】また、前記部品を運ぶ装置による認識台上の部品の把持状態を認識する別な視覚装置を認識台の上方に設けてよい。

【0012】さらに、認識台の上方を覆うカバーを設けてよい。

【0013】

【作用】本発明にあつては、第1の照明装置によって認識台上の部品を上方から照明し、認識台に生じた部品の上下方向シルエット像から部品の位置や方向等を認識することができる。ついで、上下方向シルエット像に基づいて割り出した所定方向から、第2の照明装置による斜め上方からの光を部品に照射し、認識台に部品の斜め方向シルエット像を生じさせているので、部品の平面形状のみならず、立体的な形状に関する情報を含んだシルエット像を得ることができ、視覚装置によって部品形状に関するより多くの情報を入手することができる。したがって、より立体的な部品や複雑な部品等の方向を識別することができ、部品供給装置の適用対象がより広がり、部品供給装置のフレキシビリティがより向上する。

【0014】しかも、上下方向シルエット像から部品の方向を求め、求めた部品の方向をもとに部品に対して予め定められた方向から斜め方向の光を照射しているのので、決められた方向からの斜め方向シルエット像から姿勢を判別することができ、不定方向からの立体認識に比べて処理が容易になり、簡単なパターンマッチングにより部品の姿勢を判別することができる。

【0015】また、透過状態にした認識台に向けて第3の照明装置により真下から照明し、認識台に部品の落射照明像を生じさせるようにすれば、この落射照明像を認識台の下方から視覚装置で撮影することにより、部品の姿勢の判別方法をさらに増加させることができ、部品の形状によっては表裏の判別等が可能になったり、他のシルエット像からは判別できないような姿勢の判別も可能になったりする。

【0016】また、部品の把持状態を認識する別な視覚装置を認識台の上方に配置すれば、部品の把持状態のずれ量を求めることができ、このずれ量を部品を運ぶ装置にフィードバックさせてずれ量の補正をすることができる。従って、部品を把持する際に、部品の位置がずれて誤差が生じても当該誤差を補正して部品を高精度に供給することができる。

【0017】また、認識台の上方をカバーで覆えば、認識台上もしくは視覚装置に外部からノイズ光が入射するのを遮ることができ、安定した部品姿勢の認識が可能になる。

【0018】

【実施例】図1及び図2は本発明の一実施例による部品供給装置Aを示す平面図及び正面図であって、ロボット1により循環式パーツフィーダ2から部品3を1つ取り出し、コンベア4上を搬送されているプラテン5に位置決めされているワーク6に部品3を組み付ける場合を表わしている。以下の実施例では、図1及び図2に従って説明するが、循環式パーツフィーダを複数台設置すれば、複数部品の組み付けが可能であり、また、部品をパレット詰めするパレタイジングやアッセンブリセンターにおける定位置組立てにも適用できることはもちろんである。

【0019】この部品供給装置Aは、部品挿入用のロボット1、パターン認識機能を備えた視覚装置（図では端末機である2台のカメラ7、8だけを示す）、3種の照明装置9、10、11a~11d、認識台12を有する循環式パーツフィーダ2等から構成されている。部品3を組み付けるためのワーク6は、コンベア4上を搬送されているプラテン5に位置決めされており、循環式パーツフィーダ2及びロボット1はコンベア4の近傍に設置されている。

【0020】循環式パーツフィーダ2は、メカニカルなツーリング部がなく、振動によってボウル13内の多数の部品3をトラック14に沿って循環させるだけのものであって、トラック14の一部には認識台12が設けられている。しかし、循環式パーツフィーダ2は、ボウル13を振動させることによりボウル13内の重なり合った部品3を分離しながらトラック14上で移送し、シルエット像取込み位置（認識台12の上面）を通過させ、ロボット1によって把持できない部品3は再びボウル13に循環させる。

【0021】トラック14の一部に設けられている認識台12は、光学的にはほぼ透明な状態（透過状態）と光拡散面の状態（不透過状態）とに切り替え可能となっている。このような認識台12としては、例えば、ガラス基板の表面に液晶パネルやPLZT等の光学的シャッターを配置し、電氣的に液晶パネルやPLZT等の光学的特性（透過状態、不透過状態）を変化させるようにしたものを用いることができる。

【0022】認識台12の直下では、1組の照明装置（以下、下側固定照明装置という。）9と1台のカメラ（以下、下側カメラという。）7が循環式パーツフィーダ2と同一のベース15に設置されており、下側固定照明装置9から真上の認識台12に向けて光を照射できるようにになっている。また、下側カメラ7によって認識台12上に置かれている部品3のシルエット像を真下から撮影できるようになっている。

【0023】また、認識台12の近傍には、支持腕16を介して回動装置17に支持された別な照明装置（以下、上側移動照明装置という。）10が配設されてお

り、この上側移動照明装置10は回動装置17によって認識台12の真上と循環式パーツフィーダ2から外れた位置との間で移動させられる。さらに、この上側移動照明装置10の上面は、カバー18によって覆われている。

【0024】ロボット1は、6軸の自由度を持ち、あらゆる姿勢の部品把持を可能としている。具体的にいうと、図1及び図2に示すロボット1においては、支柱19によって2関節型のアーム20a、20bが水平に支持されており、各アーム20a、20bを $\theta 1$ 矢印方向及び $\theta 2$ 矢印方向に回動させることによってアーム20a、20bの先端部が循環式パーツフィーダ2とコンベア4との間を水平に移動できるようになっている。また、アーム20a、20bの先端からは認識台12と垂直に垂直軸部21が垂下されており、垂直軸部21にはカメラ（以下、上側カメラという。）8と当該上側カメラ8の上方及び外周部を囲む円筒状のカバー22が固定されており、カバー22の内面には垂直軸部21の軸心に対して斜めの角度を持つように複数の照明装置（以下、斜め照射用照明装置という。）11a、11b、11c、11dが固定されている。この垂直軸部21は上下方向（Z矢印方向）に昇降すると共に $\theta 3$ 矢印方向に回転するようになっているので、垂直軸部21の動きによって上側カメラ8及び斜め照射用照明装置11a~11dは互いに一定の位置関係を保ったままで昇降し、あるいは垂直軸部21の回りに回転する。さらに、垂直軸部21の下部には2軸方向（ $\theta 4$ 及び $\theta 5$ 矢印方向）に回動可能な手首部23が設けられており、手首部23にはオートチェンジ機構を備えた着脱自在なチャック24が取り付けられている。従って、部品3をつかむためのチャック24は、手首部23の動きによって、上側カメラ8や斜め照射用照明装置11a~11dとは独立して自由な方向を向くことができる。

【0025】上記各照明装置9、10、11a~11dの発光源としては、頻繁な点滅を高速で行なわせる必要と、小型軽量化のため発光ダイオード（LED）を使用している。もちろん、ハロゲンランプや白色ランプ等を機械的なシャッターによって高速に点滅させるようにしたものであっても良い。

【0026】図3、図4、図5（a）（b）及び図6（a）（b）は上記部品供給装置Aの基本的な動作を示している。まず、図3は上下方向における部品3のシルエット像を検出するための動作を表わしている。この場合には、循環式パーツフィーダ2の認識台12は不透過状態とする（あるいは、透明な状態で行なう場合もある）。また、回動装置17によって上側移動照明装置10を認識台12の真上へ移動させ、上側移動照明装置10を点灯させる。上側移動照明装置10を点灯すると、認識台12の表面には部品3の上下方向シルエット像が生じる。この上下方向シルエット像を下側カメラ7によ

7

って撮影し、画像処理することにより、認識台12上の部品3の有無及び部品3の位置、方向を求めることができる。なお、下側カメラ7は、このように認識台12上(全体)の部品3の探索を行なうため、広視野のカメラを用いている。また、認識台12の上方はカバー18によって覆われているので、下側カメラ7を外部の入射光から遮ることができる。

【0027】図4は落射照明像を検出するための動作を表わしている。この場合には、認識台12は透過状態となっており、認識台12の下方の下側固定照明装置9が点灯する。下側固定照明装置9を点灯すると、部品3の認識台12に接触している面(下面)では光が反射されるので、下側カメラ7で撮影することにより部品3の落射照明像(下面形状)を検出することができる。この落射照明像を画像処理して得た情報をもとに、その落射照明像と部品3の予め登録されている表裏のパターンとを照合することにより、部品3の表裏を判別することができる。なお、このとき、認識台12の上方を上側移動照明装置10のカバー18もしくはロボット1に取り付けられているカバー22で覆えば、下側カメラ7を外部の入射光から遮ることができる。

【0028】図5(a)(b)は斜め方向のシルエット像を検出するための動作を表わしている。この場合には、認識台12を不透過状態とし、ロボット1によって斜め照射用照明装置11a~11dを認識台12の上方へ移動し、目的とする部品3に向けて斜め光を照射できるように配置し、図5(a)に示すように予め検出している部品3の方向に対して斜め照射用照明装置11a~11dが所定方向(例えば、部品3の主軸方向)となるよう垂直軸部21を回転させる。そして、図5(b)に示すように、斜め照射用照明装置11a~11dを順次1つずつ点灯させ、認識台12上に生じた斜め方向シルエット像を下側カメラ7によって撮影する。こうして得た各斜め方向シルエット像と予め登録されている各方向のシルエットパターンとを照合することにより、部品3の姿勢を判別する。この状態では、上側カメラ8の周囲はカバー22によって覆われているので、上側カメラ8は外部の入射光から遮られている。なお、この実施例では、斜め照射用照明装置11a~11dは4個設けられており、点灯状態の斜め照射用照明装置11a~11dを順次切り替えてゆく方式としているが、斜め照射用照明装置を1台のみ(例えば、11aのみ)とし、カバー22を回転させることによって当該斜め照射用照明装置を例えば90度ずつ移動させ、各斜め方向シルエット像を下側カメラ7によって撮影してもよい。

【0029】図6(a)(b)はチャック24に把持された部品3の状態を検出するための動作を示している。チャック24はロボット1によって認識台12上の取り出し可能な部品3の位置へ移動させられ、図6(a)に示すように部品3を把持する。しかし、チャッキング時

8

の部品3の位置ずれのため、高精度の部品把持は困難である。このため、この場合には、認識台12を不透過状態とし、認識台12の下の下側固定照明装置9を点灯させ、下側固定照明装置9からの光によって認識台12に上下方向シルエット像を生じさせ、チャック24と共に認識台12の上方に位置している上側カメラ8で当該上下方向シルエット像を撮影する。こうして撮影した上下方向シルエット像を画像処理することにより、把持した部品3の把持位置を求め、チャック24により把持すべき基準位置からのずれに基づいて当該部品3の装入位置を補正する。この結果、把持した部品3の状態を正確に認識することができ、その情報をロボット1による装入位置にフィードバックさせることにより部品3の高精度な装入が可能になる。このように、上側カメラ8は、チャッキングした部品3のみを対象とするので、狭視野のカメラでよい。

【0030】つぎに、図7(a)(b)(c)に示すように、上面に溝25を有し、下面の縁に切り欠き26を有する略直方体状の部品3を図8(a)(b)に示すような状態でワーク6の凹所27に組み付ける場合を例にとって上記部品供給装置Aの動作を説明する。まず、供給する部品3をランダムな状態のまま循環式パーツフィーダ2に入れる。一方、視覚装置には、あらかじめ登録されている作業データが読み込まれる。すなわち、作業データとして、①循環式パーツフィーダ2の取出し基準位置(認識台12の座標)、②部品3のチャック24への装入基準位置、③組み付け可能な姿勢における部品3の上下方向シルエット像のパターンとその特徴量(重心位置、面積、主軸角、主軸方向など)、④落射照明像のパターンとその特徴量、⑤各方向からの斜め方向シルエット像のパターンとその特徴量、⑥装入基準位置における部品シルエット像の特徴量が読み込まれる。

【0031】この後、循環式パーツフィーダ2を動作させると、循環式パーツフィーダ2は重なり合った部品3を分離しながらトラック14上で移動させる。ついで、上側移動照明装置10を図3に示すように認識台12の上方へ移動させて点灯し、認識台12に生じた上下方向シルエット像を下側カメラ7によって撮影する。下側カメラ7の影像を画像処理することにより、認識台12上における部品3の有無を調べ、部品3を検出したら循環式パーツフィーダ2を停止させる。

【0032】さらに、下側カメラ7によって部品3の上下方向シルエット像を再度撮影し、下側カメラ7の影像を画像処理することによって検出した部品3の重心位置、面積、主軸角(主軸方向)などの特徴量を計測する。検出した部品3が複数個あれば、各部品3について、それぞれの特徴量を求めておく。こうして得た上下方向シルエット像や特徴量を登録されているシルエットパターンと比較することにより、検出した部品3のうちから組み付けできる可能性のある部品3を選択し、上側

移動照明装置10を消灯する。なお、このとき上側移動照明装置10のカバー18によって外部の光が遮られるので、部品3の安定した認識が可能になる。

【0033】このような上下方向シルエット像28a~28cの具体例を図9に示す。28aは組み付けできる可能性のある部品3のシルエット像、28bは重なり合っている2つの部品3のシルエット像、28cは立っている部品3のシルエット像である。視覚装置は、画像処理により、これらの部品3のシルエット像28a~28cから組み付けできる可能性のある部品3を選択し、部品3の位置及び方向を求める。

【0034】なお、図7のような形状の部品3では、位置及び方向だけで、上下方向シルエット像からは部品3の上下、左右、表裏等の向きを検出することはできないが、図10に示すような平面形状の部品3では上下方向シルエット像30から向きも検出することができる。例えば登録されているパターン29が図10(a)のようなものであるとすると、図10(a)のように登録パターン29の重心G及び主軸方向X、Yを上下方向シルエット像30の重心及び主軸方向に一致させて不一致部面積を求め、つぎに図10(c)のように登録パターン29の主軸方向X、Yを重心Gの回りに180度回転させて登録パターン29と上下方向シルエット像30との不一致部面積を求める。この結果より、部品3は、不一致部面積の小さな登録パターン29と同じ向きを向いていると判断される。

【0035】この後、上側移動照明装置10を消灯したままに認識台12の上に残しておき、認識台12を透過状態にすると共に図4のように認識台12の下側の下側固定照明装置9を点灯し、認識台12に生じた落射照明像(部品3の認識台12と接している面のパターン)を下側カメラ7によって撮影し、下側カメラ7の映像より落射照明像の重心位置、面積、主軸方向などの特徴量を計測する。この落射照明像を画像処理することにより、認識台12上の部品3の裏表及び向きを判別できる。すなわち、部品3の下面形状の登録パターン31が図11(a)に示すようなものであるとすると、下側カメラ7によって撮影した落射照明像32a、32bと登録パターン31の重心G及び主軸方向X、Yを一致させ、登録パターン31と落射照明像32a、32bとをマッチングさせる。このとき、図11(d)のように登録パターン31と落射照明像32bが一致しなければ部品3は表裏が逆になっていると判断される。また、図11(b)のように登録パターン31と落射照明像32aが一致すれば、表裏が一致していると判断される。表裏が一致している場合には、図11(b)(c)のように重心Gの回りに登録パターン31を180度回転させ、不一致部分の面積を求めることにより部品3の向き(方向)を確認することができる。なお、部品3の表裏の判別には、部品3の形状によっては落射照明像の面積から

求められる場合もあり、あるいは不一致面積がほぼ0となる登録パターンの向きが存在するか否かによって求めることもできる。なお、この場合においても、上側移動照明装置10のカバー18によって外部の光が遮られているので、部品3の安定した認識が可能になる。

【0036】このようにして部品3の表裏が判別されると、下側固定照明装置9を消灯し、ロボット1のアーム20a、20bが認識台12上に移動する際に干渉しないよう上側移動照明装置10を認識台12の上方から退避させる。ついで、認識台12を不透過状態とし、ロボット1によって斜め照射用照明装置11a~11dを認識台12上の表向き部品3の上方へ移動させる。ついで、それまでに得た情報に基づいて斜め照射用照明装置11a~11dをそれぞれ部品3の主軸方向X、Yに合わせて回転させ、図5(a)のように各斜め照射用照明装置11a~11dを部品3の主軸方向X、Y(斜め方向からのシルエット像が登録されている方向)に位置させ、図5(b)のように斜め照射用照明装置11a~11dを1つ点灯させて斜め上方から部品3を照明して斜め方向シルエット像を生じさせ、その斜め方向シルエット像を下側カメラ7によって撮影する。この下側カメラ7によって撮影された斜め方向シルエット像は画像処理され、登録された斜め方向シルエット像のパターンと照合され、部品3の姿勢が判別される。1つの主軸角の方向からでは部品3の姿勢を判別することができなかった場合には、部品3の姿勢が判別できるまで順次異なる方向の斜め照射用照明装置11a~11dを点灯し、光の照射方向の異なる斜め方向シルエット像を生じさせ、この斜め方向シルエット像を下側カメラ7で撮影して登録パターンと照合し、部品3の立体的な姿勢を判別する。なお、このとき、斜め照射用照明装置11a~11dの上方及び周囲はカバー22によって覆われているので、認識台12上に外部から光が入り込むのを防止することができ、安定した斜め方向シルエット像を得ることができる。

【0037】例えば、部品3が表向いている場合には、図12(a)のd方向からの第3照明器具11dのみを点灯した場合の斜め方向シルエット像は、図12(b)のような登録パターン33dと一致し、また図12(a)のa、b、cの各方向の第3照明器具11a、11b、11cのみを点灯した場合の斜め方向シルエット像は、それぞれ図12(c)(d)(e)のような登録パターン33a、33b、33cと一致する。従って、各斜め方向シルエット像を図12(b)(c)(d)(e)のような登録パターン33a~33dと照合することにより、立体的な形状の部品3や複雑な形状の部品3の姿勢を判定することができる。また、この斜め方向シルエット像によれば、部品3に溝25や切り欠き26があるかないか、その方向がいずれの方向を向いているか等の判断も行なえる。

11

【0038】こうして組み込み可能な部品3が選別され、当該部品3の姿勢が認識されると、斜め照射用照明装置11a~11dをすべて消灯し、チャック24によって当該部品3を把持する。ついで、認識台12を不透過状態に保ったままで、下側固定照明装置9を点灯して認識台12上に部品3の上下方向シルエット像を生じさせ、狭視野の上側カメラ8で部品3の上下方向シルエット像を撮影する。チャック24によって部品3を把持する際、部品3がずれ動くためにチャック24による部品3の把持位置がずれ易い。例えば、図13はチャック24に把持された部品3を上側カメラ8で撮影した画像の一例を示す。破線で示した領域34は、登録されている装入基準位置を示し、斜線を施した部分は部品3のシルエット像35及びチャック24のシルエット像36を示している。上側カメラ8で部品3の上下方向シルエット像35を撮影すると、そのシルエット像35の特徴量（例えば、シルエット像35の重心G）から装入基準位置における特徴量（例えば、重心Go）とのずれ量sを求め、このずれ量sにより部品3のワーク6への組み付け位置を補正する。図13では、部品3の特徴量としてシルエット像35の重心Gを用いた場合を示しているが、上下方向シルエット像35の辺の位置、辺角、主軸角などの特徴量を用いてもよい。ついで、チャック24を回転させ、部品3をワーク6の組み付け方向に修正し、部品3をプラテン5上へ移動させて図8(a)(b)に示すようにワーク6の凹所27に部品3を組み付ける。

【0039】上記のような動作を繰り返すことにより、選択された組み付け可能な部品3は、順次ワーク6に組み付けられてゆく。一方、組み付け可能な部品3がない場合には、再び循環式パーツフィーダ2を動作させると、組み付け可能な方向を向いていなかった部品3はトラック14上を移動して再びボウル13へ戻り、別な部品3がトラック14上を移動して認識台12の上に移動する。したがって、循環式パーツフィーダ2を停止させて上記動作を繰り返すことにより部品3がワーク6に組み付けられる。

【0040】なお、上記実施例では、比較的簡単な形状の部品を用いて説明したので、上下方向シルエット像と落射照明像と斜め方向シルエット像を画像処理することによって部品の姿勢を重複して判別しているが、これらの部品姿勢判別方法を備えていれば、1つのシルエット像から部品の姿勢を判別できないような場合でも他のシルエット像から部品の形状を判別することができ、部品供給装置Aの汎用性が高くなる。例えば、落射照明像から部品の表裏判別ができない場合でも、斜め方向シルエット像から部品の表裏判別ができる場合がある。逆に、斜め方向シルエット像から部品の表裏判別ができない場合でも、落射照明像から部品の表裏判別ができる場合がある。

12

【0041】また、金属部品などでは明瞭な落射照明像を得ることができるが、黒っぽい樹脂成形品などでは鮮明な落射照明像を得られない場合があるので、落射照明像を得る工程は省いても差し支えない。落射照明像を得る工程を省いた場合でも、通常の部品については、上下方向シルエット像や斜め方向シルエット像から部品の表裏を判別できることが多いので、特殊な形状の部品以外には問題ない。

【0042】また、外部の光を遮蔽するためのカバーは、上方移動照明装置の上面とロボットとに設けているので、効果的に外部の光を遮蔽できると共に部品供給装置に大掛かりなカバーを取り付ける必要がなくなり、装置の構成や各構成部分の配置の変更にも柔軟に対応できる。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば、上下方向シルエット像から部品の位置や方向等を認識することができ、斜め方向シルエット像から部品の立体的な形状に関する情報を含んだシルエット像を得ることができ、視覚装置によって部品形状に関するより多くの情報を入手することができる。したがって、より立体的な部品や複雑な部品等の方向を識別することができ、部品供給装置の適用対象がより広がり、部品供給装置のフレキシビリティがより向上する。

【0044】しかも、上下方向シルエット像から部品の方向を求め、求めた部品の方向をもとに部品に対して予め定められた方向から斜め方向の光を照射しているので、決められた方向からの斜め方向シルエット像から姿勢を判別することができ、不定方向からの立体認識に比べて処理が容易になり、簡単なパターンマッチングにより部品の姿勢を判別することができる。

【0045】さらに、部品に照射した光の反射光によって部品の姿勢を認識するのでなく、部品に光を照射することによって生成させたシルエット像によって部品の姿勢を認識しているので、対象部品の表面状態（部品表面のつや、表面粗さ等）に影響されことなく部品の姿勢を認識することができる。

【0046】さらに、第1及び第2の照明装置を認識台の上方に配置し、各シルエット像を認識台の下方から撮影するようにしているので、1台の視覚装置によって上下方向シルエット像と斜め方向シルエット像を撮影することができ、部品供給装置の構成を単純にすることができ、コストも安価にすることができる。

【0047】また、透過状態にした認識台に向けて第3の照明装置により真下から照明し、認識台に部品の落射照明像を生じさせるようにすれば、この落射照明像を認識台の下方から視覚装置で撮影することにより、バラエティに富んだ部品姿勢判別方法を容易にすることができ、部品の形状によっては表裏の判別等が可能になったり、他のシルエット像からは判別できないような姿勢の判別

が可能になったりする。

【0048】また、部品の把持状態を認識する別な視覚装置を認識台の上方に配置すれば、部品の把持状態のずれ量を求めることができ、このずれ量を部品を運ぶ装置にフィードバックさせてずれ量の補正をすることができる。従って、部品を把持する際に、部品の位置がずれて誤差が生じても当該誤差を補正して部品を高精度に供給することができる。

【0049】また、認識台の上方をカバーで覆えば、認識台上もしくは視覚装置に外部からノイズ光が入射するのを遮ることができ、安定した部品姿勢の認識が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による部品供給装置を示す平面図である。

【図2】同上の実施例の正面図である。

【図3】同上の実施例における、上下方向シルエット像を撮影するための配置を示す概略正面図である。

【図4】同上の実施例における、落射照明像を撮影するための配置を示す概略正面図である。

【図5】(a) (b) は、同上の実施例における、斜め方向シルエット像を撮影するための配置を示す概略平面図及び概略正面図である。

【図6】(a) (b) は、同上の実施例における、チャックによる部品の把持位置を撮影するための配置を示す概略平面図及び概略正面図である。

【図7】(a) (b) (c) は部品の一例を示す平面図、正面図及び側面図である。

【図8】(a) (b) は同上の部品をワークに組み付けた状態を示す平面図及び正面図である。

【図9】上側移動照明装置によって投影された上下方向シルエット像を示す図である。

【図10】(a) は別な部品の上下方向シルエット像の登録パターンを示す図、(b) (c) はその部品の上下方向シルエット像と登録パターンを照合するようすを示す図である。

す図である。

【図11】(a) は部品の落射照明像の登録パターンを示す図、(b) (c) (d) は部品の落射照明像と登録パターンを照合するようすを示す図である。

【図12】(a) は斜め照射用照明装置の照射方向を示す図、(b) (c) (d) (e) は(a)の各照射方向から照射された斜め方向シルエット像の登録パターンを示す図である。

【図13】チャックに把持された部品のシルエット像を示す図である。

【図14】従来例による振動式ボウルフィーダを示す平面図である。

【図15】従来例の部品供給装置を示す平面図である。

【図16】同上の従来例の正面図である。

【図17】同上の従来例における光学系を示す概略図である。

【図18】(a) (b) (c) は部品の形状を示す正面図、背面図及び側面図である。

【図19】(a) (b) は部品をワークに組み付けた状態を示す平面図及び正面図である。

【図20】照明装置によって投影された透明板の上の部品のシルエット像を示す図である。

【符号の説明】

3 部品

7 下側カメラ

8 上側カメラ

9 下側固定照明装置

10 上側移動照明装置 (第1の照明装置)

11a~11d 斜め照射用照明装置 (第2の照明装置)

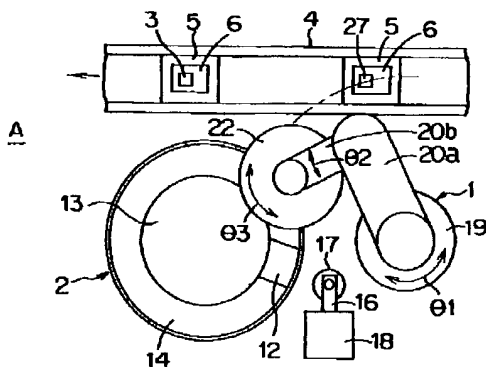
12 認識台

18 カバー

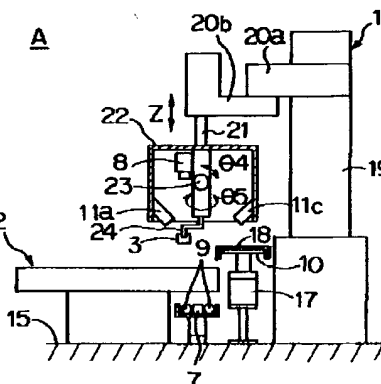
22 カバー

24 チャック

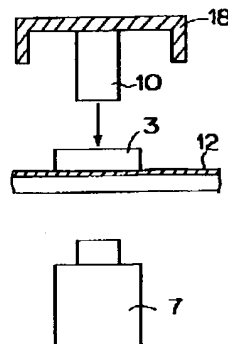
【図1】



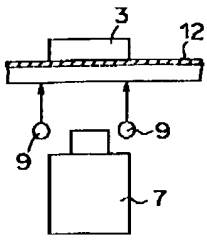
【図2】



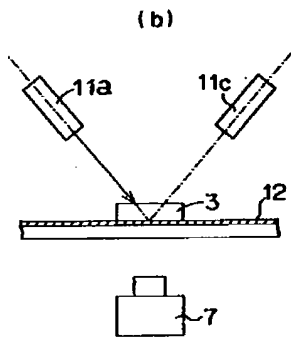
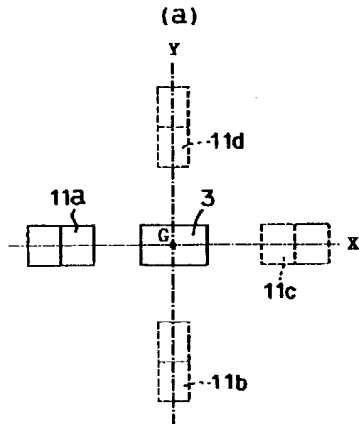
【図3】



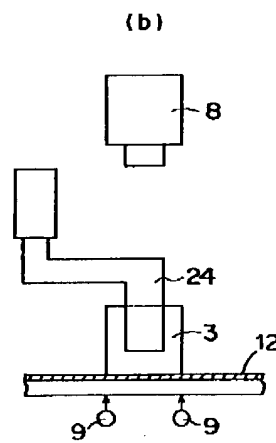
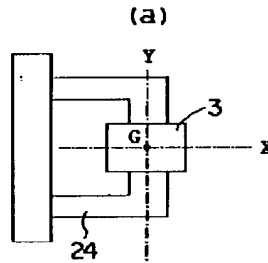
【図4】



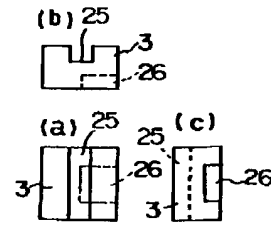
【図5】



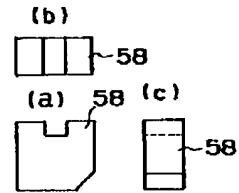
【図6】



【図7】

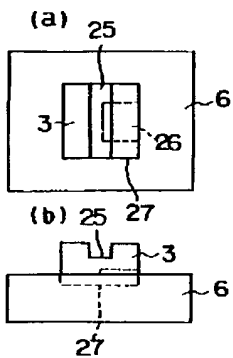


【図18】

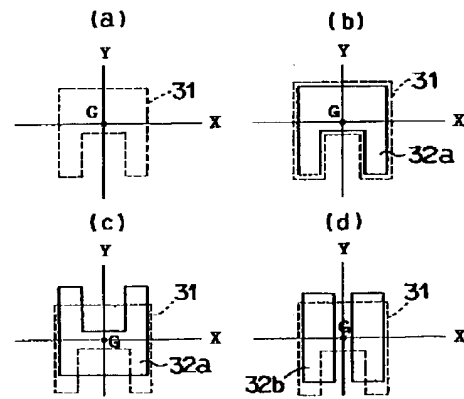
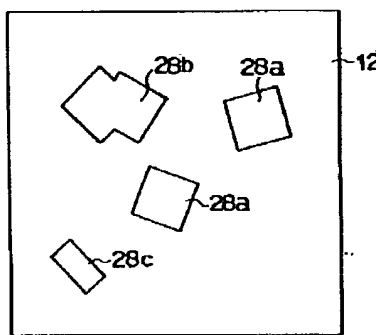


【図11】

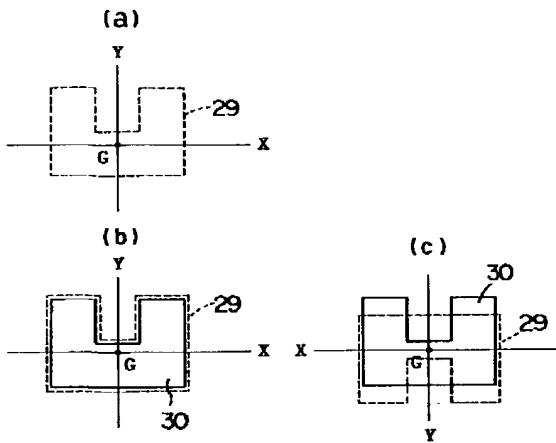
【図8】



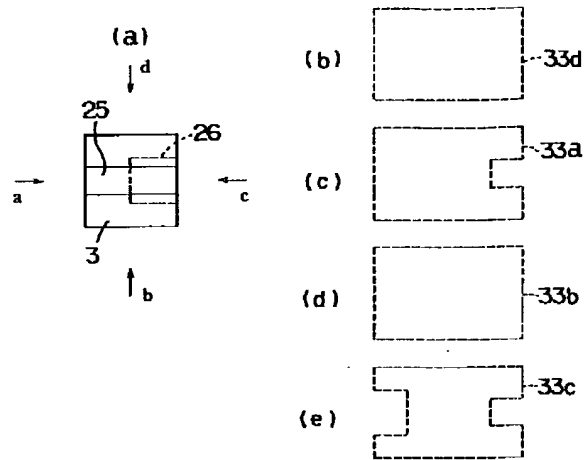
【図9】



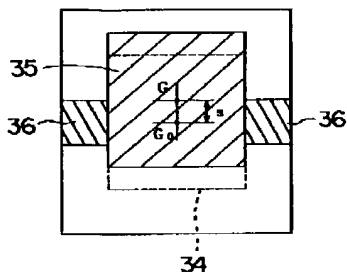
【図10】



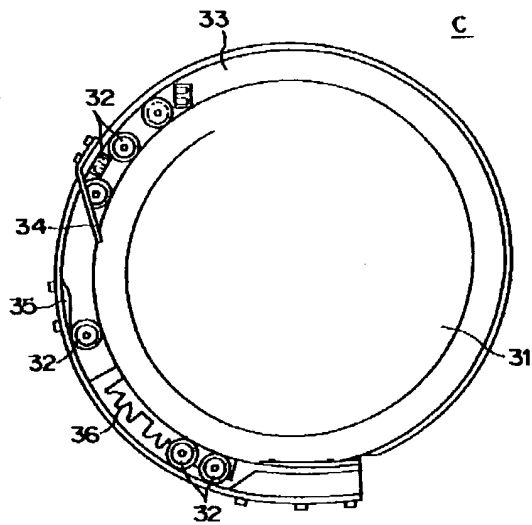
【図12】



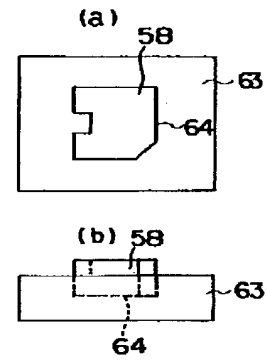
【図13】



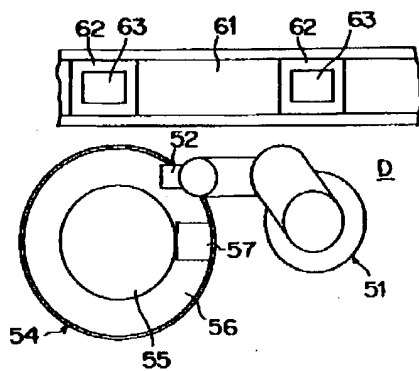
【図14】



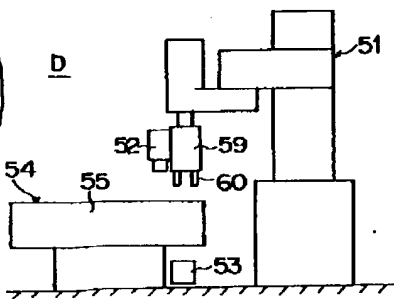
【図19】



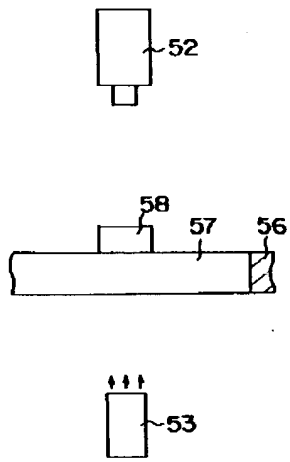
【図15】



【図16】



【図17】



【図20】

